

ных и капитальных затратах.

1.Чмиль В.Д. Накопленные запасы непригодных пестицидов в Украине: тактика утилизации. Фиторемедиационные технологии – метод восстановления загрязненных пестицидами почв. Охрана и оптимизация окружающей среды. – К., 1990. – 256 с.

2.Захарченко М.А., Рыжикова И.А., Яковлева Л.Л., Опыт эксплуатации биоинженерных сооружений (БИС) типа Constructed Wetlands в Золочеве Харьковской обл. // Сб. науч. тр. XII междунар. науч.-техн. конф. «Экология и здоровье человека. Охрана водного и воздушного бассейнов. Утилизация отходов». Т.3. – Харьков, 2004. – С.557-561.

3.Захарченко М.А. Обоснование дополнительного инфильтрационного питания при мелиоративном освоении северо-востока Украинской ССР: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – К., 1989. – 23 с.

4.Van Zwieten L.V., Ayres M., Curran P. // Seeking Agricultural Produce Free of Pesticide Residues. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, 1998. – P.349-357.

5.Moore, M. T., Rodgers, J. H. Jr., Smith, S. Jr., and Cooper, C. M. Mitigation of metolachlor-associated agricultural runoff using constructed wetlands in Mississippi, USA.Agriculture, Ecosystems and Environment (Apr 2001) 84 (2). – P.169-176.

6.Moore, M. T., Rodgers, J. H. Jr., Cooper, C. M., and Smith, S. Jr. Constructed wetlands for mitigation of atrazine-associated agricultural runoff. Environmental Pollution (2000) 110 (3). – P.393-399.

Получено 26.01.2010

УДК 574.3

В.О.БАРАННИК, канд. фіз.-матем. наук, Ю.І.ВЕРГЕЛЕС, І.О.РИБАЛКА
Харківська національна академія міського господарства

МАТРИЧНА МОДЕЛЬ ПРОГНОЗУ ДИНАМІКИ ПОПУЛЯЦІЇ ОМЕЛИ БІЛОЇ У МІСЬКОМУ ЛАНДШАФТІ

Розглядається проблема контролю розвитку популяції омели білої на урбанізованих територіях з метою вдосконалення ведення зеленого господарства міст. Представлено матричну модель динаміки популяції омели білої на окремих ділянках міського ландшафту Харкова, параметри якої визначені за даними натурних спостережень.

Рассматривается проблема контроля развития популяции омелы белой на урбанизированных территориях с целью усовершенствования ведения зеленого хозяйства городов. Представлена матричная модель динамики омелы белой на отдельных участках городского ландшафта Харькова, параметры которой определены по данным натурных исследований.

The article discusses the problem of the White Mistletoe's (*Viscum album* L.) population control in urban areas. The population dynamics matrix model was developed and calibrated on the field data obtained from selected sample plots in the city of Kharkiv (Ukraine).

Ключові слова: омела біла, вибіркове дослідження, динаміка популяції, модель.

Омела біла (*Viscum album* L.) – це рослина-напівпаразит деревних порід, яка спричиняє погіршення санітарного стану і естетичного вигляду рослин. Сприятливі умови розвитку популяції омели склада-

ються саме в містах, де насадження більш ослаблені у порівнянні з природними внаслідок значного антропогенного навантаження. Єдиним заходом боротьби з омелою в умовах міста залишається механічне видалення уражених нею гілок або повне видалення дерева при дуже сильному ураженні. При інтенсивному розповсюдженні омели догляд за міськими насадженнями стає все більш витратним [1], тому моделювання розвитку популяції омели білої у міських умовах має бути корисним для контролю її чисельності.

Експериментальною основою для розробки відповідної математичної моделі стали результати вибіркового дослідження взимку 2006/2007 і 2007/2008 рр. розповсюдження популяції омели білої в ландшафтах м.Харкова в північній (ділянка №1 – 147 га), північно-східній (ділянка №2 – 959 га), центральній (ділянка №3 – 736 га) і південно-східній (ділянка №4 – 158 га) частинах міста. Результати натурних спостережень дозволили встановити кількість “молодих”, “зрілих” і “старих” кущів омели на кожній з досліджених ділянок (табл.1).

Таблиця 1 – Розподіл кущів омели білої за віком

Вік кущів	Кількість кущів (візуальна оцінка)	Ділянка №			
		1	2	3	4
“молоді” 1 – 5 років	мінімальна	32	203	3747	1229
	середня	47	324	5272	1719
	максимальна	73	553	7472	2423
“зрілі” 6 – 20 років	мінімальна	39	131	4342	1734
	середня	55	194	6125	2438
	максимальна	81	298	8722	3457
“старі” 21 – 45 років	мінімальна	15	64	4884	932
	середня	21	97	6902	1303
	максимальна	31	155	9851	1826

Динаміка популяції омели в межах певної ділянки відображена матричною моделлю [2]

$$\vec{m}_{t+1} = \hat{T} \cdot \vec{m}_t, \quad (1)$$

де \vec{m}_t – вектор-стовпець, елементами якого $m_{i,t}$ є кількість кущів i -го віку розвитку ($i=1, 2, \dots, 45$) в році t ; \hat{T} – матриця переходу, елементи якої $T_{i,j}$ визначають очікуване число кущів i -го віку розвитку, що з’являться в році $t+1$ від кущів j -го віку розвитку попереднього року t .

У зв'язку з тим, що в омели майже немає ворогів, елементи матриці переходу за проміжок часу, що дорівнює одному року, можна представити у вигляді:

$$T_{i,j} = \begin{cases} \lambda, & \text{якщо } i = 1 \text{ та } j_b \leq j \leq 45; \\ 1, & \text{якщо } i > 1 \text{ та } j = i - 1; \\ 0, & \text{в іншому випадку,} \end{cases} \quad (2)$$

де λ – середній за віком коефіцієнт розмноження; $j_b=5$ – вік омели (в роках), з якого вона здатна плодоносити.

Слід зазначити, що особливо цікавим є стан популяції омели зі стабільним у часі розподілом кількості особин за віком. Зокрема такий стан забезпечується, якщо чисельність омел i -го віку розвитку виражається геометричною прогресією

$$m_{i,t} = a_i q^{i-1}, \quad (3)$$

де a_i – кількість омел однолітнього віку в році t ; q – співвідношення чисельності омел i -го та $(i+1)$ -го віку розвитку, яке не змінюється з часом.

Якщо позначити символами $I_1=5$, $E_2=20$ і $E_3=45$ максимальний вік омели у роках, за яким вона ще може бути віднесена до групи “молодих”, “зрілих” або “старих” особин, відповідно, то чисельності $M_{1,t}$, $M_{2,t}$, $M_{3,t}$ омели в межах кожної з цих груп у році t можна знайти у вигляді сум геометричних прогресій:

$$M_{1,t} = a_t + a_t q + a_t q^2 + \dots + a_t q^{I_1-1} = a_t \frac{1 - q^{I_1}}{1 - q}; \quad (4)$$

$$M_{2,t} = a_t q^{I_1} + a_t q^{I_1+1} + \dots + a_t q^{I_1+I_2-1} = a_t q^{I_1} \frac{1 - q^{I_2}}{1 - q}, \quad (5)$$

$$M_{3,t} = a_t q^{I_1+I_2} + a_t q^{I_1+I_2+1} + \dots + a_t q^{I_1+I_2+I_3-1} = a_t q^{I_1+I_2} \frac{1 - q^{I_3}}{1 - q}, \quad (6)$$

де $I_2 = E_2 - I_1=15$; $I_3 = E_3 - E_2=25$.

З рівнянь (5) і (6) можна отримати рекурентне співвідношення, що дозволяє розрахувати величину q методом послідовних наближень, якщо відомі інші величини, які до нього входять:

$$q = 1 / \left[1 + \frac{M_2}{M_3} (1 - q^{I_3}) \right]^{\frac{1}{I_2}}. \quad (7)$$

Параметр розподілу a_t знаходиться з рівняння (5)

$$a_t = \frac{M_2 (1 - q)}{q^{I_1} (1 - q^{I_2})}. \quad (8)$$

Коефіцієнт розмноження визначається рівнянням

$$\lambda = \frac{m_{1,t}}{\sum_{i \geq j_b} m_{i+1,t}}. \quad (9)$$

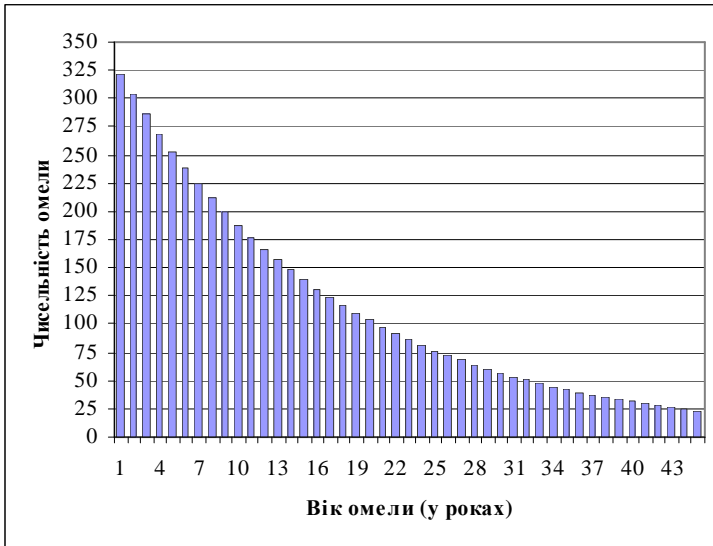
Для визначення параметрів матричної моделі, що відповідають умовам певної ділянки, спочатку для середніх величин чисельності кущів омели “зрілого” $M_{2,t}$ і “старого” $M_{3,t}$ віку з табл.1 визначено величину знаменника q геометричної прогресії (3) за рекурентною формулою (7). Далі за рівнянням (8) розрахована чисельність a_t омель першого року розвитку, а за рівнянням (4) – чисельність $M_{1,t}$ групи “молодих” омель. Якщо розрахункова величина $M_{1,t}$ не виходила з інтервалу, обмеженому мінімальною і максимальною граничною величиною спостережень, то вважалось, що гіпотеза (3) щодо стабільного розподілу чисельності кущів омели за віком може бути прийнята. В іншому випадку розподіл (3) вважався неадекватним. Перевірка виявила, що розподілу (3) відповідають лише дані спостережень на ділянках №1 і №4. Відповідні модельні характеристики популяції омели в межах цих ділянок наведено в табл.2.

Таблиця 2 – Модельні характеристики популяції омели

№ ділянки	q	a_t	λ , 1/рік	$M_{1,t}$	$M_{2,t}$	$M_{3,t}$
1	0,924	9	0,127	38	55	21
4	0,942	322	0,0914	1434	2438	1303

На рисунку забражено модельований розподіл кущів омели за віком станом на рік спостереження в межах ділянки №4.

Розроблена модель надає можливість провести аналіз змін у часі чисельності кущів омели білої, розподілу їх за віком у межах двох ділянок як у ретроспективі, так і на перспективу.



Розподіл омел за віком на ділянці у південно-східній частині міста

1.Миняева О. Распространение омелы и борьба с ней (США) / Сельскохозяйственная экспресс-информация. – М.: Наука, 1975. – 34 с.

2.Прокопенко А.И., Вайнер В.Г., Галкин В.Л. Экономико-экологическое моделирование. – Харьков: АО “Бизнес Информ”, 1997. – 360 с.

Отримано 17.02.2010

УДК 658.562 : 519.23

Н.А.ЛЮБИМОВА, канд. техн. наук

Харьковский национальный аграрный университет им. В.В.Докучаева

СТРУКТУРА СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ ВОДЫ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Рассматривается необходимость создания автоматических станций контроля (АСК) крупных сельскохозяйственных предприятий. При этом может быть использован функциональный и числовой технический контроль. Перечислены особенности контролируемых параметров таких объектов, первичные задачи и структура АСК. Предложены пути реализации на примере крупных животноводческих комплексов.

Розглядається необхідність створення автоматичних станцій контролю (АСК) великих сільськогосподарських підприємств. При цьому можуть бути використані функціональний та поточний технічний контроль. Перелічено особливості контрольованих параметрів таких об'єктів, первинні завдання та структура АСК. Запропоновано шляхи реалізації на прикладі великих тваринницьких комплексів.